中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）40(4)：375～384（1991）

落花生型間雜交後裔莢果及籽粒性狀之遺傳研究

I. F_1 世代組合力及雜種優勢分析[1]

楊金興[2]　曾富生[3]　曹文隆[2]　盧煌勝[2]

摘要：六個分屬於 Spanish、Valencia 及 Virginia 三種植物型（各 2 品系）之落花生品系爲材料，進行6×6全互交（不包括反交）分析，探討 F_1 世代莢果及籽粒性狀的組合力及雜種優勢。結果顯示：十項性狀均以累加性作用較重要，但仍有七項性狀其非累加性作用仍佔重要成份。比較型間組合的 SCA 效應，以 Spanish×Valencia 組合有最多的正效應，而 Spanish×Virginia 組合均爲負效應。所有組合平均值大多介於兩親平均值之間，Spanish×Valencia 型間組合除莢長外，均高於兩親平均值，具有較強的雜種優勢，而 Spanish×Virginia 型間組合則均低於兩親平均值。Spanish type 具有較多的優良性狀，且其 GCA 效應較高，以 Spanish type 做爲親本進行雜交育種較爲有利。針對莢果及籽粒性狀進行改良，可將 Spanish type 與 Valencia及 Virginia type 進行型間雜交及分離後裔選拔；唯選拔早期宜留意特殊組合力及雜種優勢效應之影響。

關鍵詞：落花生、一般組合力、特殊組合力、雜種優勢

栽培種落花生依生長習性可分爲 Virginia（ssp. *hypogaea* var. *hypogaea*）、Spanish（ssp. *fastigiata* var. *vulgaris*）及 Valencia（ssp. *fastigiata* var. *fastigiata*）三種植物型（botanical type），各型間雖各具特性但能互相雜交（Gregory *et al.,* 1980；Hammons, 1973）。Virginia type 植株呈半立或匍伏性，主莖不開花，分枝數多且結果枝與營養枝交互分布於分枝上，成熟期晚，種子具休眠性，而莢果及籽粒較大，具有高產潛能等特性（Gregory *et al.,* 1980；Isleib and Wynne, 1983b；Wynne *et al.,* 1970）；但在臺灣栽培則有籽粒不飽滿現象，影響產量及品質，因此很少栽培；Valencia type 與 Spanish type 同屬於 *fastigiata* 亞種，植株均呈直立性，分枝數較少約有4枝，主莖及分枝均可開花，成熟期較早，種子不具休眠性等特性。而 Spanish type 莢果及籽粒均較小且多爲兩粒型，臺灣栽培品種均以此型爲主，Valencia type 莢果較長且多爲多粒型者（Gibbons *et al.,* 1972；Gregory *et al.,* 1980），目前臺灣亦無此型之推廣品種。

雜交育種爲落花生品種改良最有利的方法(Norden, 1973)，如能結合各型之優良特性，將有助於提高產量及品質(Chiow and Wynne, 1983；Hammons, 1971)。而在雜交育種過程中，選擇親本是最影響育種成功與否之重要因素。分析一般組合力（general combining ability-GCA）、特殊組合力（specific combining ability-SCA）及雜種優勢（heterosis），將有助於親本的選擇。雖然有許多報告指出落花生產量及其相關性狀之 GCA 及 SCA 呈顯著，且 GCA 大於 SCA　（Anderson

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1591 號。本研究承蒙行政院國家科學委員會經費補助，計畫編號　NSC-78-0409-B055-7，謹此致謝。

2. 本所農藝系助理、助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

et al., 1986；Basu *et al.*, 1987；Dwivedi *et al.*, 1989；Habib *et al.*, 1985；Isleib *et al.*, 1978；Layrisse *et al.*, 1980；Parker *et al.*, 1970；Sykes and Michaels, 1986；Wynne *et al.*, 1975）。由於基因型與環境交感作用時常發生，加上物力、勞力及時間的限制，育種者很難同時利用大量的材料進行試驗，因此，詳實地評估種源的利用價值，然後集中精力於許多較有希望的材料上，方能提高育種效率（盧等，1988；Michaels, 1988；Sangha and Labana, 1982；Swe and Branch, 1986）。

目前臺灣落花生育種，爲求產量及品質的提升，利用型間雜交乃爲重要方法之一。本研究的目的即利用三種植物型落花生（各二品系）進行6×6全互交（不包括反交）分析，探討其雜交後裔莢果及籽粒性狀的遺傳行爲。本試驗首先分析六個親本及其十五個 F_1 雜種之組合力及雜種優勢，並比較型內與型間雜交後裔表現之異同，供親本選擇之參考。

材料與方法

從臺灣省農業試驗所保存之落花生種源中，選取能適應春秋兩期作栽培，且變異性大的六個品系：PI 240553、PI 261949、NC Acc. 17127、PI 407454、Bolivia 2及PI 203396 進行6×6全互交（不包括反交），共計十五個 F_1 組合。六個親本之代號及背景資料詳細列如表1。

表1. 六個參試親本之背景資料

Table 1. Backgrounds of the six parental lines evaluated.

Code	Parental line	Botanical type	Origin
A_1	PI 240553	Spanish	Argentina
A_2	PI 261946	Spanish	Paraguay
B_1	NC Acc. 17127	Valencia	Peru
B_2	PI 407454	Valencia	Ecuador
C_1	Bolivia 2	Virginia Bunch	Bolivia
C_2	PI 203396	Virginia Runner	Brazil

六個親本及十五個 F_1 組合，於1989年春作在臺中農試所農場進行試驗。田間採用逢機完全區集設計，重複四次，行株距45×20cm，行長3m，單行區，每小區15株。田間管理同一般慣行法，每公頃肥料用量 $N:P_2O_5:K_2O=20:60:40$ kg，於整地前一次撒施。成熟期每小區逢機收穫10株，調查單株莢果及籽粒性狀，包括：單株莢數、單株粒數、莢果大小（長、寬）、籽粒大小（長、寬）、飽滿粒重（外觀檢視）、飽滿度（飽滿粒重／總粒重）、單株莢重及單株粒重等十項性狀。

上述調查資料採用 Griffing (1956) Method II, Model I 進行組合力效應之分析，其估算公式列如表2。

表2. GCA 及 SCA 之自由度及平方和

Table 2. Degree of freedom and sum of square for GCA and SCA.

Source of variation	Degree of freedom	Sum of square
GCA	P−1	$\frac{1}{P+2}[\Sigma(Y_{i.}+Y_{ii})^2-\frac{4}{P}Y^2_{..}]$
SCA	P(P−1)/2	$\Sigma\Sigma Y^2_{ij}-\frac{1}{P+2}\Sigma(Y_{i.}+Y_{ii})^2-\frac{2}{(P+1)(P+2)}Y^2_{..}$

每一序列親本一般組合力效應 (g_i) 及特殊組合力效應 (s_{ij}) 之估算公式爲：

$$g_i=\frac{1}{P+2}\left[\Sigma(Y_{i.}+Y_{ii})-\frac{2}{P}Y_{..}\right]$$

$$s_{ij}=Y_{ij}-\frac{1}{P+2}(Y_{i.}+Y_{ii}+Y_{.j}+Y_{jj})+\frac{2}{(P+1)(P+2)}Y_{..}$$

雜種優勢係以 Heterosis(%)=100(%)×(F_1−MP)/MP 表示之，MP 爲兩親本之平均值。

結　果

六個親本之莢果及籽粒性狀列於表3，其中 Spanish type (A_1及A_2) 在莢數、莢重、粒數、粒重、飽滿粒重及飽滿度等六項性狀均較其他類型優異，其中尤以莢數及飽滿度最爲突出，但莢果及籽粒則嫌稍小。Valencia type (B_1及B_2) 莢長及莢寬略大，惟莢果多屬多粒型，籽粒不大；而莢數、莢重及粒重較差。Virginia Bunch type (C_1) 莢果及籽粒均大，然飽滿度差。Virginia Runner type (C_2) 所有性狀均居中等。

表3. 六個參試親本之十項性狀之平均值及其標準機差

Table 3. Means and standard errors for ten traits of six parental lines evaluated.

Characters	A_1	A_2	B_1	B_2	C_1	C_2
Pod number	17.90±1.87	17.05± 1.02	7.75±0.51	9.08± 1.61	11.68± 2.44	9.00± 0.70
Pod weight (g)	15.35±0.77	15.01± 1.61	9.86±0.51	10.43± 3.49	14.96± 4.07	11.38± 4.00
Seed number	32.10±2.71	31.65± 1.87	19.68±1.71	26.28± 5.31	20.63± 4.66	17.25± 1.37
Seed weight (g)	11.00±0.38	10.89± 1.06	5.28±0.45	7.39± 1.90	10.43± 3.16	8.02± 3.25
Full-seed weight (g)	8.88±0.47	8.97± 1.64	3.46±0.75	4.83± 1.97	4.42± 2.59	5.50± 3.26
Full-seed ratio (%)	77.12±6.41	80.57±10.75	67.41±6.76	60.22±13.74	34.97±17.25	62.76±15.38
Pod length (cm)	2.29±0.11	2.33± 0.12	3.42±0.11	3.16± 0.07	3.21± 0.10	3.01± 0.26
Pod width (cm)	1.17±0.04	1.13± 0.05	1.42±0.05	1.36± 0.03	1.41± 0.07	1.31± 0.08
Seed length (cm)	1.17±0.06	1.17± 0.08	1.33±0.04	1.19± 0.03	1.68± 0.07	1.42± 0.20
Seed width (cm)	0.77±0.03	0.75± 0.03	0.67±0.06	0.70± 0.03	0.75± 0.04	0.78± 0.07

A_1, A_2 : Spanish type ; B_1, B_2 : Valencia type ; C_1 : Virginia Bunch type ; C_2 : Virginia Runner type.

十項性狀之組合力均方分析結果 (表4)，所有性狀的 GCA 效應均達極顯著，而且均大於 SCA。GCA/SCA 的比值介於2～54之間，顯示累加性作用在所有性狀均佔較重要成分，其值以莢果長及寬最大，分別爲47及54；SCA 除了籽粒飽滿度、莢寬及粒寬不顯著外，其餘七項性狀亦均爲極顯著，顯示此七項性狀除由累加性作用所控制外，非累加性作用亦不容忽視。

表4. 六個親本及十五個 F_1 雜種之十項性狀之均方值

Table 4. Mean squares for ten traits of six parental lines and their F_1 hybrids.

Characters	GCA	SCA	Error	GCA/SCA
Pod number	59.8845**	5.0921**	1.2597	11.76027
Pod weight (g)	19.3689**	9.2302**	2.6725	2.09847
Seed number	150.5834**	15.9445**	5.6526	9.44422
Seed weight (g)	14.2555**	4.6149**	1.4214	3.08901
Full-seed weight (g)	21.9908**	2.8896**	1.2009	7.61032
Full-seed ratio (%)	830.6938**	52.7663	40.2004	15.74288
Pod length (cm)	0.6468**	0.0138**	0.0039	47.03781
Pod width (cm)	0.0412**	0.0008	0.0005	54.19741
Seed length (cm)	0.0540**	0.0046**	0.0018	11.73913
Seed width (cm)	0.0036**	0.0012	0.0007	3.06032

**Significant at 1% level of probability.; GCA: general combining ability effect.
SCA: specific combining ability effect.

GCA 效應在不同親本及不同性狀之間差異很大（表5）。Spanish type 在莢數、莢重、粒數、粒重、飽滿粒重、飽滿度及粒寬等七項性狀均爲正效應，且比其他親本爲高；而其餘莢長、莢寬及粒長三項性狀則呈最大的負效應。Valencia type 之 B_1 在飽滿度、莢長、莢寬及粒長等四項性狀之 GCA 爲正效應，其中以莢長及莢寬兩性狀的 GCA 效應爲所有親本中之最大正値，但在六項負效應的性狀中，莢數及粒重爲所有親本中之最大負值。Valencia type 之 B_2 有七項性狀爲負效應，其中粒長爲最大負效應。Virginia Bunch type 之 C_1 亦有七項性狀爲負效應，其中以莢重、粒數、飽滿粒重及飽滿度等四項性狀爲最大的負效應；莢長、莢寬及粒長等三項正效應中，以粒長爲最大。Virginia Runner type 之 C_2 有七項性狀爲負效應，三項爲正效應。

表5. 六個親本之十項性狀之一般組合力效應估值

Table 5. Estimates of general combining ability effects for ten traits measured in a diallel set of six parantal lines.

Characters	A_1	A_2	B_1	B_2	C_1	C_2	$SE(g_i-g_j)$
Pod number	3.3125	3.6188	−2.4094	−0.9031	−2.1188	−1.5000	0.5612
Pod weight (g)	1.7852	2.0787	−1.1429	−0.2385	−1.5182	−0.9642	0.8174
Seed number	4.2867	5.2614	−2.9262	1.6457	−5.2762	−2.9915	1.1888
Seed weight (g)	1.4974	1.7618	−1.4232	−0.1929	−1.0964	−0.5467	0.5962
Full-seed weight (g)	1.7905	2.1658	−1.0145	−0.1664	−2.0729	−0.7026	0.5479
Full-seed ratio (%)	8.4427	11.9808	2.0190	−1.8060	−16.8026	−3.8339	3.1702
Pod length (cm)	−0.3651	− 0.3395	0.3174	0.1271	0.1799	0.0802	0.0316
Pod width (cm)	−0.0742	− 0.0948	0.0815	0.0296	0.0612	−0.0032	0.0100
Seed length (cm)	−0.0778	− 0.0769	0.0231	−0.1447	0.1313	0.0450	0.0224
Seed width (cm)	0.0237	0.0202	−0.0229	−0.0167	−0.0167	0.0115	0.0141

A_1, A_2: Spanish type; B_1, B_2: Valencia type; C_1: Virginia Bunch type; C_2: Virginia Runner type.

十五個 F_1 組合的 SCA 效應（表6），在不同組合及不同性狀中亦存有差異。$A_1 \times B_2$ 組合除莢長外，其餘九項性狀均爲正效應，尤其莢數、莢重、粒數、粒重、飽滿粒重及飽滿度等六項性狀均爲所有組合中之最大正效應。$A_2 \times B_1$ 亦有九項性狀爲正效應。$A_1 \times C_2$ 及 $B_2 \times C_1$ 兩組合之所有性狀均爲負效應，尤其以 $B_2 \times C_1$ 組合在莢數、粒數、粒重、飽滿粒重、飽滿度及粒寬等六項性狀爲最大負效應。將十五個 F_1 組合歸納成型內及型間之雜交組合加以比較，則可發現型間組合之 Spanish ×Valencia 之平均 SCA 效應最大，在十項性狀中，除莢長外，其餘九項性狀均呈最大之正效應，顯示此種組合在 F_1 時表現當會較優，但由於 SCA 效應主要係非累加性作用的結果，自交後是否仍能維持，則不無疑問。型內組合方面，在十項性狀中，有八項性狀之平均 SCA 效應呈正值，其中親本表現較優的 $A_1 \times A_2$ (Spanish×Spanish) 組合，在 F_1 仍爲正效應；而親本表現較差的 $B_1 \times B_2$ (Valencia×Valencia) 組合，其 SCA 仍爲負效應。Spanish×Virginia type 及 Valencia× Virginia type 兩種型間的雜交組合，其 SCA 效應絕大部份呈負效應，其中 Spanish×Virginia type 組合在所有性狀中均呈負效應；而 Valencia×Virginia type 的組合亦有八項性狀呈負效應。

表6. 十項性狀之特殊組合力效應估值

Table 6. Estimates of specific combining ability effects for ten traits measured in a diallel set of six parental lines.

Cross	Pod number	Pod weight	Seed number	Seed weight	Full-seed weight	Full-seed ratio	Pod length	Pod width	Seed length	Seed width
					Within type					
$A_1 \times A_2$	1.3295	0.9482	3.3185	1.1868	1.7135	5.2228	0.0877	−0.0172	−0.0182	−0.0063
$B_1 \times B_2$	−1.4518	−1.1265	−2.1280	−0.6279	−0.5518	−6.5766	0.0736	−0.0047	0.0037	−0.0095
$C_1 \times C_2$	0.4795	0.4494	1.0342	0.1865	−0.4471	−10.1072	0.0355	0.0284	0.0784	−0.0138
Mean	0.1191	0.0904	0.7416	0.2485	0.2382	−3.8203	0.0656	0.0022	0.0213	−0.0099
					Among type					
					(Spanish×Valencia)					
$A_1 \times B_1$	1.0576	0.6447	0.3560	0.3043	−0.8462	−9.0004	−0.1517	0.0190	0.0343	0.0152
$A_1 \times B_2$	3.8763	5.5854	5.9592	3.4890	3.1707	10.7201	−0.1014	0.0184	0.0821	0.0415
$A_2 \times B_1$	1.9263	4.1513	2.6313	2.9674	2.7710	4.2165	−0.0198	0.0171	0.0959	0.0552
$A_2 \times B_2$	1.4951	1.8294	1.0095	0.6221	0.1654	2.4090	−0.1020	−0.0115	0.0612	−0.0010
Mean	2.0888	3.0527	2.4890	1.8457	1.3152	2.0818	−0.0937	0.0165	0.0684	0.0277
					(Spanish×Virginia)					
$A_1 \times C_1$	−2.5580	−2.1925	−3.9940	−1.8451	−1.0327	1.7837	0.0233	0.0118	−0.0388	−0.0135
$A_1 \times C_2$	−1.8768	−2.5890	−3.8262	−1.8323	−1.6130	−7.0650	−0.1245	−0.0513	−0.0700	−0.0342
$A_2 \times C_1$	−0.5643	−2.0284	−1.1187	−1.7745	−1.2080	1.8081	−0.0873	−0.0150	−0.0847	−0.0085
$A_2 \times C_2$	0.5670	−0.6350	0.7717	−0.4317	−0.7284	−4.7557	−0.1376	−0.0232	−0.6600	−0.0166
Mean	−1.1080	−1.8612	−2.0418	−1.4709	−1.1455	−2.0572	−0.0815	−0.0194	−0.2134	−0.0182
					(Valencia×Virginia)					
$B_1 \times C_1$	−1.5612	−1.5193	−2.2812	−0.9695	−0.4427	2.2299	0.1108	0.0287	−0.0622	−0.0345
$B_1 \times C_2$	−0.7299	−0.4759	−0.8659	−0.6242	0.0769	4.5037	0.1855	0.0381	0.0065	−0.0101
$B_2 \times C_1$	−3.2424	−4.7312	−7.2280	−3.5098	−2.0159	−10.7575	−0.0189	−0.0119	−0.0819	−0.0582
$B_2 \times C_2$	1.9388	−7.2280	5.1873	1.7880	0.8863	−1.3238	0.1058	0.0025	0.0218	0.0037
Mean	−0.8987	−3.4886	−1.2970	−0.8289	−0.3739	−1.3369	0.0958	0.0144	−0.0290	−0.0248
$SE(S_{ij}-S_{ik})$	1.4848	2.1626	3.1452	1.5772	1.4497	8.3876	0.0823	0.0298	0.0563	0.0339
$SE(S_{ij}-S_{kl})$	1.3746	2.0022	2.9119	1.4602	1.3421	7.7654	0.0762	0.0276	0.0522	0.0315

F_1 的雜種優勢表現，因組合之不同而異（表7）。其中 $A_1 \times B_2$ 有九項性狀具有頗高之雜種優勢；$A_1 \times A_2$、$A_2 \times B_1$、$A_2 \times B_2$ 及 $B_2 \times C_2$ 等四個組合，在莢數、莢重、粒數、飽滿粒重及飽滿度等五項性狀亦均有相當高的雜種優勢；$A_1 \times C_2$ 組合之所有性狀均低於兩親平均值，$A_1 \times C_1$、$B_1 \times C_1$ 及 $B_2 \times C_1$ 等三個組合在莢數、莢重、粒數、粒重及飽滿粒重等五項性狀亦呈負值。就各型間組合平均雜種優勢比較之，以 Spanish×Valencia 組合具有較高的雜種優勢；Valencia×Virginia 組合除了莢長及莢寬外，其餘八項性狀均低於兩親平均值；而 Spanish×Virginia 組合則所有性狀均低於兩親平均值，呈現的爲負的雜種優勢。

表7. 十五個 F_1 雜種之十項性狀之雜種優勢估值

Table 7. Percent heterosis from midparental means for ten traits of fifteen F_1 hybrids.

Cross	Pod number	Pod weight	Seed number	Seed weight	Full-seed weight	Full-seed ratio	Pod length	Pod width	Seed length	Seed width
------------ Within type ------------										
$A_1 \times A_2$	17.0	17.2	16.5	19.7	30.8	10.0	−1.9	−2.5	−2.0	0.0
$B_1 \times B_2$	−11.7	3.3	−8.7	1.2	2.7	−14.3	3.4	1.7	3.6	−1.7
$C_1 \times C_2$	−12.5	−16.9	−9.4	−21.9	−44.2	−38.0	2.2	2.8	1.5	−8.3
Mean	−2.4	1.2	−0.5	−0.3	−3.6	−14.1	1.2	0.7	1.0	−3.3
------------ Among type ------------										
(Spanish×Valencia)										
$A_1 \times B_1$	10.3	13.2	0.8	10.9	−4.0	−13.5	−5.9	3.0	4.1	2.8
$A_1 \times B_2$	36.9	56.0	24.3	46.3	57.4	14.2	−6.6	1.4	8.6	4.9
$A_2 \times B_1$	23.6	45.3	14.4	47.9	59.6	7.1	−1.2	2.7	9.0	9.2
$A_2 \times B_2$	25.6	30.9	11.5	18.7	18.2	4.6	−6.5	0.7	6.8	−0.2
Mean	24.1	36.4	12.8	31.0	32.8	3.1	−5.1	2.0	7.1	4.2
(Spanish×Virginia)										
$A_1 \times C_1$	−26.8	−27.0	−26.4	−32.7	−29.7	−2.8	−1.0	1.4	−6.2	−5.9
$A_1 \times C_2$	−9.9	−16.1	−11.4	−18.2	−24.0	−16.2	−6.6	−4.6	−6.2	−6.6
$A_2 \times C_1$	−8.6	−23.1	−11.0	−29.2	−27.1	0.5	−4.9	−0.9	−9.5	−4.7
$A_2 \times C_2$	14.2	2.0	12.2	−0.2	−7.0	−10.1	−7.0	−2.6	−5.9	−3.8
Mean	−7.8	−16.1	−9.2	−20.1	−21.9	−7.2	−4.9	−1.7	−7.0	−5.3
(Valencia×Virginia)										
$B_1 \times C_1$	−37.2	−29.1	−31.0	−34.2	−37.5	−5.3	5.3	4.5	−6.0	−8.8
$B_1 \times C_2$	−9.9	−2.1	−4.7	−8.9	−2.8	−2.1	7.8	4.5	1.4	−3.3
$B_2 \times C_1$	−42.9	−48.8	−42.3	−56.7	−62.5	−33.4	−0.4	0.2	−7.5	−13.3
$B_2 \times C_2$	29.7	31.8	29.7	26.0	16.3	−12.0	3.6	0.4	2.8	−2.7
Mean	−15.1	−12.1	−12.1	−18.5	−21.6	−13.2	4.1	2.4	−2.3	−7.0

討 論

雜交育種的目的，乃在利用雜交創造變異，再由變異中選拔優良個體，以達到新品種之育成。落花生品種改良亦以雜交育種爲最有利的手段之一（Norden, 1973）。爲了擴大遺傳變異、建立廣大遺傳基礎及增加育種選拔的機會，利用型間及亞種間品種進行雜交，以導入或重組有利的特性而獲得品種的改良，在落花生已普遍被利用（Hammons, 1973；Layrisse *et al.*, 1980；Parker *et al.*, 1970；Swe and Branch, 1986；Wynne *et al.*, 1975）。雜交親本的選擇是決定育種成功與否之關

鍵所在，因此，如何在不同類型落花生之雜交組合中，運用組合力及雜種優勢分析，獲得親本選擇及基因作用形式的訊息，供爲育種之參考，乃是十分重要。

本試驗所使用之三種植物型（各2品系），六個親本中以 Spanish type（A_1 及 A_2）具有較多的優良性狀，產量構成要素及籽粒飽滿度均較佳，但莢果及籽粒則略小；Valencia type（B_1 及 B_2）及 Virginia type（C_1 及 C_2）之莢果及籽粒稍大，籽粒飽滿度則差，尤其以 Virginia Bunch type（C_1）爲甚。一般而言，針對莢果及籽粒大小進行改良時，以 Spanish type 做爲親本較爲有利（Isleib and Wynne, 1983b；Layrisse *et al.*, 1980；Reddy *et al.*, 1988；Wynne *et al.*, 1970）。

了解基因作用形式，有利於該性狀之改良。作物性狀遺傳行爲之研究結果，或因交配設計、分析模式及使用材料之不同，而有差異。本試驗中所有性狀之 GCA 均達極顯著，同時大於 SCA，顯示累加性作用在各性狀均佔較重要之成分，就此而言，經由簡單選拔即可達成此類性狀之有效改良。然而 SCA 除了飽滿度、莢長及粒寬等三項性狀不顯著外，其餘七項性狀亦達極顯著水準，可見非累加性作用在此七項性狀仍佔重要地位，因此在進行早期選拔時，仍應注意非累加性作用的影響（Anderson *et al.*, 1986；Basu *et al.*, 1987；Dwivedi *et al.*, 1989；Habib *et al.*, 1985；Hammons, 1973；Isleib *et al.*, 1978；Layrisse *et al.*, 1980；Parker *et al.*, 1970；Sykes and Michaels, 1986）。

GCA 效應分析可提供親本選擇之參考，一般親本表現較優的性狀，其 GCA 效應均較高。三種植物型中，Spanish type 在多數的性狀中均具有較高的正效應，而 Valencia 及 Virginia type 或在其他性狀亦爲正效應，因此，育種時利用 Spanish type 與 Valencia 及 Virginia type 間進行雜交，對改良莢果及籽粒性狀，可達到某種程度之互補作用。

從 SCA 效應分析結果，顯示各不同型間雜交組合之差異頗明顯。Spanish×Valencia 組合除了莢長外，其餘性狀均爲正效應；而 Spanish×Virginia 及 Valencia×Virginia 兩種型間的組合，則絕大部份呈負效應。Wynne *et al.*, (1975) 及 Holbrook (1990) 均曾發現型間雜交後裔之表現不佳。Griffing (1956) 指出特殊組合力主要係由顯性及上位性之作用結果，上位性包括顯性×顯性、顯性×累加性及累加性×累加性之上位性。顯性及涵蓋顯性之上位性均將因自交而很快的消失其 SCA 效應；落花生是自交作物，故除非爲累加性×累加性的上位性，或爲連鎖甚強的顯性作用方能被固定利用（Isleib and Wynne, 1983 a；Layrisse *et al.*, 1980）。另一方面，GCA 效應高的親本相互雜交，其 SCA 效應則不一定高。Isleib and Wynne (1983b) 及 Holbrook (1990) 認爲 F_1 所估算之 GCA 及 SCA 均難有效地預估後期世代的表現，因此，進行往後世代的評估，似乎仍屬必要。

雜種優勢主要係顯性、超顯性或上位性之作用結果。Isleib and Wynne (1983b) 認爲莢果、籽粒產量及莢長以顯性較爲重要。本試驗中，Spanish×Valencia 型間組合，除了莢長外，其餘九項性狀的雜種優勢均強；Spanish×Virginia 及 Valencia×Virginia 則以負的雜種優勢居多。型內 F_1 組合除籽粒飽滿度外，其他所有性狀概接近兩親平均值，雜種優勢程度則較不明顯，此現象與型間之歧異性 (diversity) 大於型內之歧異性有關。由於落花生雜交不易，目前利用雜種優勢發展雜交種落花生的可能性並不高。當然，具雜種優勢高之組合力，在分離世代中，出現合意的超越個體 (transgressive segregant) 的機率也許較大。

一般而言，利用 F_1 後裔組合力分析，判斷親本之潛力，爲最省勞力及符合落花生育種程序之方法之一。唯落花生雜交成功率不高，獲得充足的 F_1 種子作試驗亦較困難。本試驗僅利用一個期作一個地點來進行，其資料分析或許有所偏失，補救之道應可從其 F_2 世代之資料加以比對修正。另外，通常遠緣或型間交配其 F_1 常有雜種不活性 (hybrid inviability)、雜種不稔性 (hybrid sterility) 及雜種打破 (hybrid breakdown) 等問題，本研究中 F_1 之此類現象並不明顯，是否落花生莢果及

籽粒性狀具有如此之物種特性？有關這一點或亦有待於 F_2 世代作進一步探討。根據本試驗結果，落花生莢果及籽粒性狀之改良工作，當以具較多優良性狀之 Spanish type 做爲主要親本，將其與 Valencia 及 Virginia type 進行型間雜交，可得相互改良之效果。由於十項性狀中，多數之 SCA 及雜種優勢均甚明顯，因此，進行早期選拔時，應特別留意此類效應之影響。

參考文獻

1. 盧煌勝、楊金興、曹文隆。1988。不同型間落花生產量及其構成因素之比較。中華農業研究37：266-277。
2. Anderson, W. F., J. C. Wynne, C. C. Green, and M. K. Beute. 1986. Combining ability and heritability of resistance to early and late leafspot of peanut. Peanut Sci. 13：10-14.
3. Basu, M. S., M. A. Vaddoria, N. P. Singh, and P. S. Reddy. 1987. Combining ability for yield and its components in diallel cross of groundnut. Indian J. Agric. Sci. 57：82-84.
4. Chiow, H. Y., and J. C. Wynne. 1983. Heritabilities and genetic correlation for yield and quality traits of advanced generations in a cross of peanut. Peanut Sci. 10：13-17.
5. Dwivedi, S. L., K. Thendapani, and S. N. Nigam. 1989. Heterosis and combining ability studies and relationship among fruit and seed characters in peanut. Peanut Sci. 16：14-20.
6. Gibbons, R. W., A. H. Bunting, and J. Smartt. 1972. The classification of varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Euphytica 21：78-85.
7. Gregory, W. C., A. Krapovickas, and M. P. Gregory. 1980. Structure, variation, evolution, and classification in *Arachis*. pp. 469-481. *In:* Summerfield, R. J. and A. H. Bunting (eds). Advanced in Legume Science. Royal Botanic. Gardens, Kew, UK.
8. Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9：463-493.
9. Habib, A. F., M. S. Joshi, B. Y. Kullaiswamy, and B. N. Bhat. 1985. Combining ability estimates in peanuts (*Arachis hypogaea* L.). Indian J. Genet. 45：236-239.
10. Hammons, R. O. 1971. Inheritance of infloresences in main stem leaf axils in *Arachis hypogaea* L. Crop Sci. 11：570-571.
11. Hammons, R. O. 1973. Genetics of *Arachis hypogaea.* pp. 135-173. *In*: Peanuts-Culture and Uses. Amer. Peanut Res. Educ. Assoc. Inc,. Stillwater, Okla.
12. Holbrook, C. C. 1990. Utility of early generation diallel analysis for predicting parental potential for yield and yield components in peanuts. Peanut Sci. 17：9-11.
13. Isleib, T. G., and J. C. Wynne. 1983a. Heterosis in testcrosses of 27 exotic peanut cultivars. Crop Sci. 23：832-841.
14. Isleib, T. G., and J. C. Wynne. 1983b. F_4 bulk testing in testcrosses of 27 exotic peanut cultivars. Crop Sci. 23：841-846.
15. Isleib, T. G., J. C. Wynne, and J. O. Rawlings. 1978. Estimates of epistasis for diverse peanut cultivars. Peanut Sci. 5：106-108.
16. Layrisse, A., J. C. Wynne, and T. G. Isleib. 1980. Combining ability for yield, protein and oil of peanut lines from South American centers of diversity. Euphytica 29：561-570.
17. Michaels, T. E. 1988. Effect of selection for emergence and maturity on yield of Ontario peanuts. Peanut Sci. 15：69-72.
18. Norden, A. J. 1973. Breeding of the cultivated peanut. pp. 175-208. *In* :Peanuts—Culture and Uses. Amer. Peanut Res. and Educ. Assoc. Inc., Stillwater, Okla.
19. Parker, R. C., J. C. Wynne, and D. A. Emery. 1970. Combining ability estimates in *Arachis hypogaea* L. I. F_1 seedling responses in a controlled environment. Crop Sci. 10：429-432.

20. Reddy. M. V., D. C. Reddy, B. J. Reddy, D. R. Reddy, and A. Mahalakshmi. 1988. Reciprocal cross differences in a 6×6 diallel set of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in the F_1 generation. Euphytica 38：241-245.

21. Sangha, A. S., and K. S. Labana. 1982. Diallel analysis in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Part 2. Pod number and pod yield. Theor. Appl. Genet. 64：59-63.

22. Swe, S. T., and W. D. Branch. 1986. Estimates of combining ability and heterosis among peanut cultivars. Peanut Sci. 13：70-74.

23. Sykes, E. E., and T. E. Michaels. 1986. Combining ability of Ontario-grown peanuts (*Arachis hypogaea* L.) for oil, fatty acids, and taxonomic characters. Peanut Sci. 13：93-97.

24. Wynne, J. C., D. A. Emery, and P. W. Rice. 1970. Combining ability estimates in *Arachis hypogaea* L. II. Field performance of F_1 hybrids. Crop Sci. 10：713-715.

25. Wynne, J. C., J. O. Rawlings, and D. A. Emery. 1975. Combining ability estimates in *Arachis hypogaea* L. III. F_2 generation of intra-and intersubspecific crosses. Peanut Sci. 2：50-54.

Genetic Studies on Pod and Seed Traits in the Progenies of a Diallel-cross Among Three Botanical Types of Peanut

I. Combining Ability and Heterosis Analysis in F_1 Generation[1]

K. H. Yang[2], F. S. Thseng[3], W. L. Tsaur[2] and H. S. Lu[2]

Summary

Six peanut (*Arachis hypogaea* L.) lines, were selected to represent a wide range of genetic diversity and intermated using a half-diallel mating design. The lines included two Spanish types, PI 240553 and PI 261946 ; two Valencia types, NC Acc. 17127 and PI 407454, and two Virginia types, Bolivia 2 and PI 203396. Parents and 15 F_1 hybrids were field evaluated to study the combining ability and heterosis for pod and seed traits. Combining ability analysis showed that both general and specific combining abilities (GCA and SCA) were significant for all traits with the exception of the SCA for full-seed ratio, pod width, and seed width. The variances of GCA were larger than that of SCA(2-54 times)for all traits measured. Parents varied in relative GCA effects for different traits. Spanish type had the greatest GCA effects for yield components and full-seed ratio, Valencia type for pod length and pod width, and Virginia type for seed length. Cross of Spanish x Valencia type had the greatest SCA effects for nine traits. Cross of Spanish × Virginia type had negative SCA effects for all traits. Several of the fifteen F_1 crosses showed considerable heterosis when compared with mid-parent means. Cross of Spanish × Valencia type gave greater heterosis than other cross combinations. This results suggest that cross between Spanish type and Valencia type, and Spanish type and Virginia type were promising combinations for pod and seed traits improvement. However, selection of desired recombinants from the segregating population in early generations, caution should be made in the effects of SCA and heterosis.

Key words : Peanut (*Arachis hypogeae* L.), General combining ability, Specific combining ability, Heterosis.

---

1. Contribution No. 1591 from Taiwan Agricultural Research Institute. This study was supported by a grant from the National Science Council, R. O. C.(NSC78-0409-B055-7).
2. Respectively, Research Assistant, Assistant Agronomist, and Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 41301, R. O. C.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-hsing University, Taichung.